



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**“INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE AGITACION Y LA
CONCENTRACION DE COBRE (II) IMPREGNADO EN CARBON
ACTIVADO DE *Persea americana* EN LA REMOCION DE NITRITOS EN
SOLUCIONES ACUOSAS”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

CASAMAYOR VILCA, JIMY ROGER

ASESOR:

Dr. CRUZ MONZÓN, JOSE ALFREDO

LINEA DE INVESTIGACION

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

TRUJILLO – PERU

2018

PAGINA DEL JURADO

**“INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE AGITACION Y LA CONCENTRACION DE
COBRE (II) IMPREGNADO EN CARBON ACTIVADO DE *Persea americana* EN LA
REMOCION DE NITRITOS EN SOLUCIONES ACUOSAS”**

Grado académico, apellidos y nombres

PRESIDENTE DEL JURADO

Grado académico, apellidos y nombres

SECRETARIO DEL JURADO

Grado académico, apellidos y nombres

VOCAL DEL JURADO

TRUJILLO-PERU

2018

DEDICATORIA

A Dios por ser siempre la luz que me acompaña en la oscuridad, y por darme paz en los tiempos de turbulencia, a él mi gratitud y amor infinito.

A mis padres, Darío y Elena porque con su amor y sacrificio me orientaron, permitiendo que pueda concluir mi carrera profesional. A ellos mi eterno amor.

A mis hermanos: Diana y Yois por su preocupación y apoyo en todo momento, y los deseos de superación impartido.

A todos ellos y a Dios por darme el valor de la paciencia para enmendar mis errores y fortalecer mis metas y sueños.

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi asesor

Quien asesoró este esfuerzo con preocupación para el desarrollo de ésta tesis, asimismo por su amabilidad y disponibilidad de guiarme en cada una de las dificultades que se presentaron; así como su eficiente colaboración, acertados consejos, comprensión y estímulo constante.

A mis Padres y Hermanas

Quienes me brindaron su apoyo incondicional para seguir adelante sin dejarme caer en el conformismo, porque son mi principal motivación. Aún a la distancia me hicieron mantener siempre la frente en alto ante cualquier tropiezo.

A la Universidad

Por ser el ente forjador de sabiduría en lo profesional y personal, gracias a su metodología de enseñanza en la que partimos de nuestra realidad.

Jimmy Roger Casamayor Vilca

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Jimmy Roger Casamayor Vilca con DNI N° 76417684 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 12 de julio del 2018

Jimmy Roger Casamayor Vilca

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada:

“INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE AGITACION Y LA CONCENTRACION DE COBRE (II) IMPREGNADO EN CARBON ACTIVADO DE *Persea americana* EN LA REMOCION DE NITRITOS EN SOLUCIONES ACUOSAS”

Que tiene por objetivo general; demostrar la influencia de la velocidad de agitación y la concentración de cobre (II) impregnado en carbón activado obtenido de *Persea americana* en la remoción de nitritos en soluciones acuosas.

Por tanto, someto esta tesis a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El autor.

ÍNDICE

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.3. | Teorías Relacionadas al tema | 18 |
| 1.3.1. | Generalidades del nitrógeno | 18 |
| 1.3.1.1. | Ciclo del nitrógeno | 18 |
| 1.3.1.2. | Fijación del nitrógeno..... | 18 |
| 1.3.1.3. | Nitrificación | 18 |
| 1.3.1.4. | Desnitrificación | 19 |
| 1.3.2. | Nitritos (NO_2^-) | 19 |
| 1.3.2.1. | Toxicidad de nitritos..... | 19 |
| 1.3.2.2. | Normativa peruana para nitritos presentes en agua. | 20 |
| 1.3.3. | Generalidades del cobre | 21 |
| 1.3.4. | Adsorción | 21 |
| 1.3.4.1. | Equilibrio de adsorción | 22 |
| 1.3.4.2. | Factores que influyen en la adsorción. | 22 |
| 1.3.5. | Carbón Activado | 23 |
| 1.3.5.1. | Métodos de activación..... | 23 |
| 1.3.5.1.1. | Activación física..... | 23 |
| 1.3.5.1.2. | Activación química | 24 |
| 1.3.5.2. | Porosidad del carbón activado..... | 24 |
| 1.3.6. | Biomasa..... | 25 |
| 1.3.6.1. | Residuo lignocelulosico | 25 |
| 1.3.6.1.1. | Semilla de palta | 25 |
| 1.4. | Formulación del problema | 26 |
| 1.5. | Justificación del estudio | 26 |
| 1.6. | Hipótesis..... | 27 |
| 1.7. | Objetivo..... | 27 |
| 1.7.1. | Objetivo general | 27 |
| 1.7.2. | Objetivos específicos..... | 27 |
| II. | MÉTODO..... | 28 |

| | | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. | Diseño de la investigación..... | 28 |
| 2.2. | Variables, Operacionalización | 29 |
| 2.3. | Población y muestra | 31 |
| 2.3.1. | Población. - | 31 |
| 2.3.2. | Muestra. - | 31 |
| 2.4. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 31 |
| 2.4.1. | Técnicas. - | 31 |
| 2.4.2. | Instrumento de recolección de datos. - | 31 |
| 2.4.3. | Validez y confiabilidad. - | 31 |
| 2.5. | Método de análisis de datos | 31 |
| 2.5.1. | Análisis estadístico. - | 31 |
| 2.6. | Aspectos éticos..... | 32 |
| III. | RESULTADOS..... | 32 |
| 3.1 | Preparación del carbón activado | 32 |
| 3.2 | Preparación de la recta de calibración de azul de metileno..... | 33 |
| 3.3 | Determinación del mejor carbón activado que reduce la concentración de azul de metileno..... | 33 |
| 3.4 | Determinación del tiempo de equilibrio de adsorción del mejor carbón activado. | 35 |
| 3.5 | Impregnación del cobre en carbón activado..... | 36 |
| 3.6 | Recta de calibración de nitritos a 543 nm | 38 |
| 3.7 | Remoción de nitritos a diferentes porcentajes de impregnación y velocidades de agitación | 39 |
| 3.8 | Análisis estadístico | 43 |
| IV. | DISCUSIÓN | 48 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 49 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 50 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 51 |
| | ANEXO A: Ficha de recolección de datos y evidencia de su validación. | 60 |
| | ANEXO B: Equipos y materiales..... | 66 |
| | ANEXO C: Procedimiento experimental | 67 |
| | ANEXO D: Prueba de homogeneidad | 70 |
| | ANEXO E: Registro fotográfico | 70 |
| | ANEXO F: Reporte de análisis de impregnación de cobre..... | 73 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Diseño de la investigación | 28 |
| Tabla 2: Operacionalización de variables | 30 |
| Tabla 3: Recta de calibrado para azul de metileno a 650 nm | 33 |
| Tabla 4: Adsorción de azul de metileno a 650 nm | 34 |
| Tabla 5: Determinación del mejor tiempo de absorción de azul de metileno | 35 |
| Tabla 6: Impregnación de Cu^{+2} en carbón activado a diferentes tiempos de residencia | 37 |
| Tabla 7: Recta de calibrado de nitritos a 543 nm | 38 |
| Tabla 8: Porcentaje de remoción de nitritos a 543 nm | 39 |
| Tabla 9: Porcentaje de remoción de nitritos a 543 nm | 40 |
| Tabla 10: Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error | 43 |
| Tabla 11: ANOVA | 43 |
| Tabla 12: Velocidad agitación (rpm) | 44 |
| Tabla 13: Porcentaje de impregnación de (Cu^{+2}) | 44 |
| Tabla 14: Comparaciones múltiples: HSD Tukey | 45 |
| Tabla 15: Porcentaje de NO_2^- Removido en relación a las velocidades de agitación | 45 |
| Tabla 16: Significancia de los valores de porcentaje de impregnación de Cu^{+2} | 46 |
| Tabla 17: Porcentaje de NO_2^- removido en relacion a las variables de estudio | 46 |
| Tabla 18: Ficha de recolección de datos | 60 |
| Tabla 19: Prueba de homogeneidad de Varianza - Test de Levene | 70 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Obtención de nitritos en la naturaleza..... | 19 |
| Figura 2: LMP de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos de agua para consumo humano. . | 20 |
| Figura 3: Recta de calibrado de azul de metileno, $ABS = 0.2319 C - 0.0563$; donde $R^2: 0.9951$ | 33 |
| Figura 4: Adsorción de azul de metileno con carbón activado obtenido a diferente temperaturas. .. | 35 |
| Figura 5: Adsorción de azul de metileno con respecto al tiempo..... | 36 |
| Figura 6: Porcentaje de impregnación de Cu^{+2} con respecto al tiempo de residencia..... | 37 |
| Figura 7: Recta de calibración para nitritos a 543 nm..... | 38 |
| Figura 8: Porcentaje de remoción de nitritos a 100 rpm. | 41 |
| Figura 9: Porcentaje de remoción de nitritos a 200 rpm. | 41 |
| Figura 10: Porcentaje de remoción de nitritos a 300 rpm. | 42 |
| Figura 11: Comparación de los resultados esperados y los resultados obtenidos | 47 |
| Figura 12: Perfil de las medias esperadas y las obtenidas en la remoción de nitritos | 47 |
| Figura 13: Evidencias de la validación - docente de metodología de la investigación | 64 |
| Figura 14: Evidencias de la validación - docente de ingeniería química | 65 |
| Figura 15: Evidencias de la validación - docente de ingeniería ambiental | 65 |
| Figura 16: Preparación del carbón activado a base de semilla de palta. | 70 |
| Figura 17: Preparación de la recta de calibración de azul de metileno | 71 |
| Figura 18: Análisis del mejor carbón activado y mejor tiempo de adsorción de A.M..... | 71 |
| Figura 19: Impregnación de sulfato de cobre en el carbón activado..... | 72 |
| Figura 20: Análisis del porcentaje de remoción de nitritos en soluciones acuosas..... | 72 |
| Figura 21: Reporte de análisis de impregnación de Cu^{+2} | 73 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo por finalidad, estudiar el efecto de la velocidad de agitación y la concentración de cobre impregnado en carbón activado a base de semilla de palta (*Persea americana*); como una alternativa de solución mucho más económica, eficiente y amigable con el medio ambiente, para el tratamiento de agua para consumo humano con altas concentración de nitritos. En el desarrollo de la investigación se aplicó un diseño bifactorial, donde la población consistió en la preparación de una solución de nitrito de sodio a 10 ppm, para posteriormente trabajar con muestras de 200 mL, y aplicar los tratamientos; de esta manera los resultados que se obtuvieron al aplicar los diferentes tratamientos fueron procesados por el método estadístico ANOVA y la prueba post hoc Tukey con la finalidad de validar los datos.

La determinación del porcentaje de impregnación de cobre se realizó mediante el método de absorción atómica, mientras que los resultados de la remoción de nitritos, fueron mediante el método de espectrofotometría UV; logrando de esta manera la remoción de hasta 93.33 % de nitritos presentes en la solución acuosa a concentración de 10 ppm con un tiempo de residencia de 90 minutos.

Palabras claves: Impregnación de cobre, remoción de nitritos, carbón activado a base de semilla de palta, velocidad de agitación.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to study the effect of the speed of acceleration and the concentration of impregnated copper in activated carbon based on avocado seed (*Persea americana*); as an alternative solution much more economical, efficient and friendly with the environment, for the treatment of water for human consumption with concentration of nitrites. In the development of the research, a two-factor design was applied, where the population consisted in the preparation of a sodium nitrite solution in 10 ppm, to subsequently work with 200 ml samples, and apply the treatments; In this way, the results obtained by applying the different treatments processed by the ANOVA statistical method and the Tukey post hoc test in order to validate the data.

The percentage of copper impregnation was determined by the atomic absorption method, while the results of the nitrite removal were by means of the UV spectrophotometry method; In this way, the removal of up to 93.33% of nitrites present in the solution at a concentration of 10 ppm with a residence time of 90 minutes was achieved.

Keywords: Copper impregnation, nitrite removal, activated carbon based on avocado seed, agitation speed